ЛЕСОВЕДЕНИЕ, 2022, № 3, с. 312–320

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

УДК 630*116.64:630*114.4462

МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ВЫСОХШЕМ ДНЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ[1]

© 2022 г. Н. Ж. Бакиров[a], З. Б. Новицкий[a], *, А. Х. Хамзаев[a]

[a]*Научно-исследовательский институт лесного хозяйства, п. Дархан, Ташкентский район, Ташкентская область, 111104 Узбекистан*

**E-mail: zinoviy.novitskiy@mail.ru*

Поступила в редакцию 29.10.2020 г.
После доработки 25.12.2020 г.
Принята к публикации 01.12.2021 г.

Высохшее дно Аральского моря представляет собой общепланетарную проблему, так как из него выносятся миллионы тонн солей, пыли и песка, которые оседают на растения и наносят ущерб всему живому в Приаралье. Разработаны методы лесомелиоративного освоения засоленных типов донных отложений путем нарезки песконакопительных борозд, установки песконакопительной механической защиты из тростника, а также пескозадерживающих деревянных или пластмассовых решеток. Эффективность песконакопительных борозд, нарезанных канавокопателем со щелевателем, высокая, поскольку на второй год после посадки сеянцев, их сохранность составляет 85%, в борозде без применения щелевателя – 52%, а на контрольном участке без песконакопительных борозд лишь 12%. Следовательно, прежде чем проводить посадку сеянцев на засоленных землях, сначала надо накопить песок, влагу и улучшить химический и гранулометрический состав навеянного субстрата.

Ключевые слова: песконакопительная борозда, канавокопатель, щелеватель, пескозадерживающая решетка, механическая защита, перенос песка, эффективность, сульфитоспиртовая барда, поливинилацетатная эмульсия.

DOI: 10.31857/S0024114822020024

В глобальном масштабе ключевыми проблемами, угрожающими природным ресурсам и устойчивости систем жизнеобеспечения, являются деградация почвы, опустынивание, нехватка воды и потеря биоразнообразия (Welt im Wandel, 1996). Опустынивание как концепция впервые обсуждалась европейскими и американскими учеными в 1949 г. с точки зрения увеличения подвижности песков, высыхания, наступления пустыни, а также формирования искусственных пустынь. Согласно Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием, опустынивание – это деградация земель в засушливых, полузасушливых и влажных районах в результате различных факторов, включая климатические колебания и человеческую деятельность (United Nations ..., 1997). Во многих странах было предпринято множество попыток оценить масштабы, характер и скорость опустынивания на глобальном, региональном и местном уровнях (Thomas, 1997). В 1990-х гг. западный мир узнал об экологической катастрофе, связанной с некогда четвертым по величине озером в мире – Аральским морем: резкое иссушение водоема привело к интенсивному развитию процессов опустынивания в регионе и образованию новой пустыни – Аралкум (Indoitu et al., 2015).

Осушенное дно Аральского моря – объект развития типичных эоловых солончаковых пустынь аридной зоны (Новицкий, 2015). Оно вместе с Приаральем является огромной территорией, где происходит интенсивное опустынивание антропогенного характера. На осушенном дне имеются солончаки, не поддающиеся лесомелиоративному освоению, но их можно локализовать лесными насаждениями и, тем самым, существенно уменьшить дефляционные процессы (Боровков и др., 2017). На засоленных почвах с выходом на поверхность слабозасоленных участков можно создавать очаги лесонасаждений, а от них уже распространится семенное возобновление. На почвогрунтах со слабым засолением возможно применение массивного лесоразведения, а в более благоприятных лесорастительных условиях целесообразно создавать насаждения по принципу пастбищезащитного и мелиоративно-кормового лесоразведения, используя посадочный материал, выра-

[1] Работа выполнена при поддержке проектов КХА-7-026-2015 и КХ-А-КХ-2018-110 Министерства инновационного развития Республики Узбекистан.

щенный в лесных питомниках Приаралья (Боровков и др., 2014).

В процессе исторического развития мировой лесомелиоративной науки накоплен большой опыт по борьбе с подвижными песками. Работы по закреплению песков на территории пустынь в государствах нынешнего СНГ насчитывают вековую историю. Первые сведения по борьбе с подвижными песками, появившиеся в официальных источниках, относятся к 80-м годам позапрошлого столетия. В дальнейшем начали проводить посев семян древесных, кустарниковых и травянистых растений механическим методом для закрепления подвижных песков. Накопленный отечественный опыт лесомелиоративных работ успешно используется в других странах мира, таких как Иран, Афганистан, Индия, в странах Африки и т.д. (Новицкий, 2018). Геоботанические и почвенные исследования на осушенном дне с составлением карты эрозионных рисков были проведены под руководством проф. В.А. Духовного в начале этого столетия (Духовный и др., 2008).

Лесные насаждения аридной зоны выполняют огромную противоэрозионную роль. Они защищают легкие пустынные почвы от ветровой эрозии, предохраняют народнохозяйственные объекты от песчаных заносов и дефляции, улучшают микроклимат, создают благоприятные условия для лучшего роста и развития трав и полукустарников, повышая тем самым продуктивность пустынных и полупустынных пастбищ (Новицкий, 2016).

Лесомелиоративная наука располагает многими приемами создания лесных насаждений. Однако не все они результативны. Одним из наиболее распространенных методов для глинистых и суглинистых почв является создание лесных насаждений по песконакопительным бороздам, выполненных канавокопателем со щелевателем, на засоленных почвогрунтах – установка песконакопительной механической защиты из тростника (*Phragmites australis*) различной модификации (клеточные, стоячие, полустоячие) и пескозадерживающих решеток размером 150 × 120 см. Подобные работы в мировой практике на дне высохшего моря проводятся впервые (Боровков и др., 2016).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Вопросами лесомелиоративного освоения засоленных почвогрунтов на осушенном дне Аральского моря никто не занимался, а их площадь составляет около 1 млн га. Основные экспериментальные работы нами были начаты в 1995 г., и продолжаются по сей день в рамках различных государственных и международных проектов (Новицкий, 2017).

Объектами исследований служили суглинистые и глинистые засоленные типы донных отложений. Методами их лесомелиоративного освоения являлась нарезка песконакопительных борозд канавокопателем со щелевателем, установка песконакопительной механической защиты из тростника и деревянных многоразовых пескозадерживающих решеток. Все работы проводились путем закладки экспериментов в полевых условиях в 10-кратной повторности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим результаты проведенных многолетних исследований на суглинистых и глинистых засоленных типах донных отложений осушенного дна Аральского моря. Данные типы донных отложений имеют разный химический и гранулометрический состав (табл. 1, 2). Поэтому и подход к их лесомелиоративному освоению разный. Как следует из химического анализа, первый участок относится к категории сильно засоленных, а по гранулометрическому составу к суглинкам (табл. 1). Второй участок относится к категории среднезасоленных, а по гранулометрическому составу к глинам (табл. 2). Как на первом, так и на втором участках количество гумуса и калия в верхнем корнеобитаемом слое 0–10 см низкое, что не дает возможность растениям хорошо развиваться.

Нами разработаны перечисленные ниже методы создания лесных насаждений в зависимости от химического и гранулометрического состава типов донных отложений осушенного дна Аральского моря.

Нарезка песконакопительных борозд. Песконакопительные борозды (рис. 1) нарезали весной на глубину 40 см орудием для нарезки борозд со щелевателем (рис. 2) конструкции лаборатории защитного лесоразведения и лесомелиорации НИИ лесного хозяйства (Новицкий, 2018). Одновременно с нарезкой борозды с помощью щелевателя формировали щель на глубину 40 см. На втором варианте нарезались такие же песконакопительные борозды, но без щелевателя. Как первая, так и вторая борозды за 1–2 мес. полностью были занесены песком, практически не засоленным. Физический смысл первого варианта заключался в том, что влага за счет зимне-весенних осадков собиралась в борозде и проникала в щель, образуя резервуар влаги, которую растение могло употреблять в течении всего вегетационного периода. Во втором варианте влага собиралась в борозде глубиной 40 см. На эту же глубину летом при 50 градусной жаре песок полностью пересыхал, и соответственно высыхала вся влага в отличие от первого варианта, где основная влага была собрана в имеющейся щели.

Так как саксаул имеет глубокую корневую систему, он употребляет влагу, накопившуюся в ще-

Таблица 1. Результаты химических анализов водной вытяжки из почвогрунтов осушенного дна Аральского моря

№	Вид грунта	Слой, см	Сухой остаток, %	Общая HCO_3^-, % / мг-экв	Cl^-, % / мг-экв	SO_4^{2-}, % / мг-экв	Ca^{2+}, % / мг-экв	Mg^{2+}, % / мг-экв	Na^+K^+ по разности, % / мг-экв	Сумма компонентов, %	pH
1	Лёгкий суглинок	0–10	1.936	0.036 / 0.6	0.142 / 4.0	1.128 / 23.5	0.281 / 14.0	0.097 / 8.0	0.140 / 6.1	1.824	7.95
2	Суглинок	10–20	2.256	0.110 / 1.8	0.142 / 4.0	1.272 / 26.5	0.180 / 9.0	0.128 / 10.5	0.294 / 12.8	2.126	8.12
3	Супесь	20–40	0.698	0.012 / 0.2	0.124 / 3.5	0.324 / 6.75	0.030 / 1.5	0.042 / 3.5	0.125 / 5.45	0.657	8.38
4	Супесь	40–60	0.265	0.029 / 0.48	0.064 / 1.8	0.086 / 1.8	0.022 / 1.1	0.022 / 1.8	0.027 / 1.18	0.250	8.45
5	Супесь	60–80	0.396	0.024 / 0.4	0.057 / 1.6	0.187 / 3.9	0.028 / 1.4	0.029 / 2.4	0.048 / 2.1	0.373	8.52
6	Глина	0–10	1.009	0.043 / 0.7	0.071 / 2.0	0.552 / 11.5	0.125 / 6.25	0.027 / 2.25	0.131 / 5.7	0.949	8.13
7	Глина	10–20	0.219	0.027 / 0.44	0.064 / 1.8	0.053 / 1.1	0.026 / 1.3	0.012 / 1.0	0.024 / 1.04	0.206	8.38
8	Глина	20–40	0.651	0.024 / 0.4	0.071 / 2.0	0.331 / 6.9	0.026 / 1.3	0.024 / 2.0	0.138 / 6.0	0.614	8.42
9	Серый песок	40–60	0.303	0.024 / 0.4	0.043 / 1.2	0.130 / 2.7	0.018 / 0.9	0.007 / 0.6	0.064 / 2.8	0.286	8.57
10	Серый песок	60–80	0.512	0.037 / 0.6	0.053 / 1.5	0252 / 5.25	0.030 / 1.5	0.027 / 2.25	0.083 / 3.6	0.482	8.55

Примечание. В числителе – % по массе от высушенной почвы, в знаменателе – мг-экв. на 100 г. высушенной почвы.

Таблица 2. Содержание питательных веществ в почвогрунтах осушенного дна Аральского моря

№	Слой, см	Сухой остаток, %	Сумма солей, %	P_2O_5, мг кг$^{-1}$	K, мг кг$^{-1}$	N, %	Гумус, %	Содержание в сравнении с нормативами			
								P_2O_5	K	N	гумус
Суглинистые типы донных отложений											
1	0–10	1.936	1.824	85	92.0	0.15	1.03	Высокое	Низкое	Среднее	Среднее
2	10–20	2.256	2.126	95	45.15	0.15	0.30	Высокое	Низкое	Среднее	Низкое
3	20–40	0.698	0.657	105	13.14	0.15	0.14	Высокое	Низкое	Среднее	Низкое
4	40–60	0.265	0.250	85	14.21	0.15	0.41	Высокое	Низкое	Среднее	Низкое
5	60–80	0.396	0.373	95	2.17	0.15	0.34	Высокое	Низкое	Среднее	Низкое
Глинистые типы донных отложений											
1	0–10	1.009	0.949	90	120.64	0.20	0.62	Высокое	Низкое	Среднее	Низкое
2	10–20	0.219	0.206	80	120.64	0.20	0.97	Высокое	Низкое	Среднее	Низкое
3	20–40	0.651	0.614	75.12	120.64	0.20	0.68	Высокое	Низкое	Среднее	Низкое
4	40–60	0.303	0.286	71.2	120.64	0.20	0.24	Высокое	Низкое	Среднее	Низкое
5	60–80	0.512	0.482	75.12	120.64	0.20	0.19	Высокое	Низкое	Среднее	Низкое

ли. Во втором варианте саксаул испытывает серьезную нехватку влаги, что приводит к гибели растения (Бакиров и др., 2019). Исследования показали, что на второй год после посадки сеянцев в борозду, подготовленную с использованием щелевателя, сохранность их составляет 85% (высота растения 95 см и диаметр кроны 110 см), а в борозде, где не была проделана щель сохранность со-

Рис. 1. Песконакопительная борозда.

ставила 52% (высота растения 51 см, диаметр кроны 64 см), при этом на контрольном участке сохранность составила 12% (высота растения 37 см, диаметр кроны 46 см). Исследования позволили установить, что если в других случаях влага находится в верхних горизонтах и летом она испаряется, что приводит к частичной гибели растений, то в разработанной нами технологии с использованием щелевателя влага будет доступной для растений на протяжении всего вегетационного периода, и ее в 2–3 раза больше. Хорошие результаты показала посадка сеянцев тамарикса в песконакопительные борозды, где приживаемость составила 82.7% и через 3–4 г. это будут высокопродуктивные лесные насаждения (рис. 3). Учитывая то, что тамарикс является хорошим медоносом (с 1 га цветущих насаждений можно заготовить 50 кг меда), на площади в несколько тысяч гектар лесхозы могут развивать пчеловодство. Саксаул в возрасте 5 лет вступает в стадию плодоношения. Семена под воздействием ветра будут распространяться по всей территории и защитят ее от возникновения дефляционных процессов. Данный способ показал результативность и высокую приживаемость сеянцев саксаула и тамарикса, высаженных в песконакопительные борозды.

Песконакопительная механическая защита из тростника. Суть работы заключалась в том, чтобы с помощью искусственных препятствий, представленных механической защитой из тростника, на засоленных землях задержать и накопить песок. С этой целью нами разработана технология, заключающаяся в установке пескозадерживающей механической защиты из тростника, установленной осенью. Расстояние между рядами продольных рядов защиты 5 м, а при применении клеточной защиты размер клеток составил 3 × 3 м. К весне произошло накопление песка, а в зимний период за счет снега было обеспечено его промывание и накопление влаги. Мощность навеянного слоя песка составила 60–100 см. Весной на навеянном песке была проведена посадка сеянцев саксаула (*Haloxylon aphyllum*), тамарикса (*Tamarix pentandra*), соляноколосника Беланже (*Halostahus belangeriane*) и кандыма (*Galligonum caput-meduase*). Учет приживаемости сеянцев, проведенный в мае, показал, что явное преимущество имелось за полустоячей тростниковой защитой, где приживаемость сеянцев саксаула составила 59%, тамарикса 56%, соляноколосника Беланже 57% и кандыма 31% (табл. 3). На песках, где механической защиты не было, приживаемость сеянцев

Рис. 2. Орудие для нарезки песконакопительных борозд со щелевателем.

Рис. 3. Однолетние посадки сеянцев тамарикса по песконакопительным бороздам.

Таблица 3. Приживаемость сеянцев (% от густоты при посадке) древесных и кустарниковых пород в зависимости от вариантов опыта на засоленных почвогрунтах

Вариант опыта	Порода	Весна (май) 2016 г.	Лето (июль)2016 г.	Осень	
				2016 г.	2017 г.
Песконакопительная борозда	Саксаул	38 ± 1.1	5	3	1
	Тамарикс	46 ± 1.4	11	8	4
	Соляноколосник	43 ± 1.3	8	6	3
Пескозадерживающие деревянные щиты	Саксаул	47 ± 1.5	0	0	0
	Тамарикс	51 ± 1.7	4	3	0
	Соляноколосник	45 ± 1.5	2	2	0
	Кандым	34 ± 1.1	0	0	0
Полустоячие механические защиты из тростника	Саксаул	59 ± 2.1	52 ± 1.2	40 ± 1.1	36 ± 1.0
	Тамарикс	56 ± 2.0	51 ± 1.1	45 ± 1.1	41 ± 1.1
	Соляноколосник	57 ± 2.3	47 ± 1.3	46 ± 1.2	32 ± 1.0
	Кандым	53 ± 2.0	40 ± 1.1	37 ± 1.0	35 ± 0.9
Стоячие механические защиты из тростника	Саксаул	52 ± 1.7	40 ± 1.1	34 ± 1.0	30 ± 0.8
	Тамарикс	51 ± 1.4	42 ± 1.0	22 ± 1.1	20 ± 1.0
	Соляноколосник	43 ± 1.5	41 ± 1.2	23 ± 1.4	21 ± 1.1
	Кандым	52 ± 1.4	38 ± 1.4	32 ± 1.4	28 ± 1.1

составила 6–11%. Повторный учет, проведенный в сентябре, показал, что сохранность сеянцев в вышеупомянутом варианте опыта у саксаула составила 40%, тамарикса 45%, соляноколосника 46% и кандыма 17%, а на контроле, где не была установлена механическая защита и не было накопленного песка, сохранился лишь соляноколосник с приживаемостью 10%, остальные сеянцы не выдержали засоления и погибли. Следовательно, прежде чем проводить посадку сеянцев на засоленных землях, сначала надо накопить песок и влагу, улучшить химический и гранулометрический состав навеянного субстрата с помощью механической защиты из тростника, потом уже проводить посадку сеянцев (Новицкий, 2013). При соблюдении упомянутых научных рекомендаций могут быть созданы хорошие насаждения саксаула, полученные путем посадки сеянцев по навеянному песку вдоль пескозадерживающей механической защиты (рис. 4).

Установка пескозадерживающих решеток. Одним из методов накопления песка на засоленных землях может являться установка переносных деревянных или пластмассовых решеток размером 150 × 120 см с ячейками 5 × 5 см. На 1 га устанавливают 25–30 таких решеток, которые накапливают песок в виде песчаного шлейфа. После накопления песка решетки снимаются и устанавливаются на другое место, а на месте накопленного песка со шлейфом в длину более 200 см и высотой 100 см производят закрепление песка химическими фиксаторами или с помощью механической защиты с расстоянием между рядами 0.5 м с последующей посадкой солеустойчивых растений. Этот метод хорош тем, что применяемые решетки переносные и многоразового использования и их можно устанавливать в разные места на засоленных землях, таким образом, образуя куртины насаждений. На 4-й год после вступления растений в фазу плодоношения под воздействием ветра семена распространились по всей территории накопленного грунта и произошло естественное семенное возобновление в количестве 5–7 шт. м$^{-2}$, а через 7 лет вся засоленная площадь была полностью облесена.

Осенью 2015 г. была проведена нарезка песконакопительных борозд, установлены деревянные песконакопительные решетки и механическая защита из тростника. К началу зимы на всех вариантах опыта произошло накопление песка, а в зимний период за счет накопления снега – его промывание. То есть к весне следующего года (2016 г.) навеянный песок имел уже значительно меньшее засоление, чем на контрольном участке, поэтому был пригоден для проведения посадочных работ. Весной 2016 г. была проведена посадка сеянцев саксаула, кандыма, тамарикса, соляноколосника Беланже. Результаты учетов показали, что в весенний период приживаемость сеянцев имелась во всех вариантах с преимуществом у полустоячей механической защиты. К лету 2017 г., когда была сильная жара и песок нагревался до 60°С и более, в песконакопительных бороздах тамарикс, саксаул и соляноколосник Беланже имели приживаемость лишь 5–11% (весной 42%). В песке, накопленном вблизи от полустоячей механической защиты, приживаемость посаженных сеянцев составила 48% (первоначальная 56%), а к осени 2017 г. 36% (табл. 3). Таким образом, установлено, что из различных вариантов преимущество остается за стоячей и полустоячей пескозадерживающей защитой из тростника.

Рис. 4. Приживаемость сеянцев саксаула вдоль пескозадерживающей защиты из тростника.

Исследования на бывшем заливе Рыбацкий показали, что лучшие результаты при облесении засоленных почвогрунтов выявлены в эксперименте с нарезкой песконакопительных борозд, после запесочивания которых произведена посадка сеянцев. Контролем служил участок (целина), где никакие агротехнические мероприятия не проводились. Общая приживаемость сеянцев саксаула составила 56.0 ± 4.96%, а на контрольном участке 22.0 ± 5.86%. Коэффициент различия между первым и вторым вариантами показал, что разница существенна и преимущество остается за вариантом с посадкой сеянцев в песконакопительные борозды.

На Акпеткинском архипелаге, где бывшее дно было засолено, нами установлена полустоячая механическая защита из тростника, которая накопили с наветренной стороны песок глубиной 50–60 см. По гребню вторичных песков была проведена посадка саксаула, гребенщика и солянколосника. Определено, что сеянцы саксаула имели приживаемость 60.24 ± 2.20%, тамарикса 64.6 ± ± 2.04 и солянколосника Беланже 67.23 ± 2.04%, в то время как на контрольном участке приживаемость упомянутых пород составила 17.54 ± 1.71, 30.79 ± 2.10 и 36.51 ± 2.17% соответственно. Следовательно, посадку сеянцев для большей результативности необходимо проводить по навеянному песку вдоль полустоячей механической защиты из тростника.

Коэффициент различия между вариантом, где установлена полустоячая песконакапливающая защита и контролем высок (t = 9.5–15.2%), что свидетельствует о существенности различия и достоверности полученного материала. Результаты исследований показывают, что при установке полустоячей защиты приживаемость растений в два раза больше, чем на контрольном участке. Лесхозы Каракалпакстана метод по облесению засоленных почвогрунтов путем установки полустоячей песконакапливающей механической защиты признали наиболее результативным и в настоящее время лесомелиоративные работы проводятся, базируясь на данном методе (Бакиров и др., 2020).

Таким образом, как следует из экспериментального материала, наиболее эффективным методом облесения засоленных почвогрунтов является установка механической защиты с целью накопления песка и влаги, а в более благоприятные по погодным условиям годы – и нарезка песконакопительных борозд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показали полевые экспериментальные исследования, проводить лесомелиоративные рабо-

ты на засоленных землях можно, если заранее корректно применить предлагаемую технологию накопления песка. На глинистых и суглинистых почвогрунтах целесообразно провести нарезку песконакопительных борозд канавокопателем со щелевателем, на почвогрунтах со средней степенью засоления целесообразно укладывать песконакопительную механическую защиту из тростника для накопления песка и улучшения его химического и гранулометрического состава, а также накопления влаги в нижних горизонтах, после чего провести посадку сеянцев. Для создания куртин (очагов) лесных насаждений можно использовать пескозадерживающие переносные решетки многоразового использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бакиров Н.Ж., Новицкий З.Б., Хамзаев А.Х. Перспективы возрождения осушенного дна Аральского моря // "Экологический вестник Узбекистана". 2019. № 9. С. 6–7.

Бакиров Н.Ж., Новицкий З.Б., Хамзаев А.Х. Лесные насаждения на осушенном дне Аральского моря // Известия высших учебных заведений. Лесной журн. 2020. № 2. С. 51–59.

Боровков А.В., Устемиров К.Ж., Таирбергенов Ю., Новицкий З.Б. Лесомелиорация осушенного дна Аральского моря // Сборник аннотированных отчетов (трудов) по проекту "Сохранение лесов и увеличение лесистости территории республики 2007–2014 гг.". Щучинск: ТОО "КазНИИЛХА". 2014. С. 232–239.

Боровков А.В., Устемиров К.Ж., Таирбергенов Ю., Новицкий З.Б. Лесомелиорация осушенного дна Аральского моря // Экологический вестник Узбекистана. 2016. № 6. С. 22–25.

Духовный В.А., Навратила П., Рузиева И., Стулина Г., Рощенко Е. Комплексные дистанционные и наземные исследования осушенного дна Аральского моря. Ташкент: НИЦ МКВК, 2008. 175 с.

Новицкий З.Б. Лесные насаждения на засоленных почвах осушенного дна Арала // Экологический вестник Узбекистана. 2013. № 8(147). С. 14–17.

Новицкий З.Б. Лесные насаждения на осушенном дне Аральского моря // Экологический вестник Узбекистана. 2015. № 10. С. 31–36.

Новицкий З.Б. Адаптационные меры, реализуемые на уровне ландшафтов, направленные на повышение устойчивости сообществ к изменению климата // Вопросы адаптации к изменению климата в Каракалпакстане. Информационный бюллетень UNDP. 2016. № 3. С. 1–4.

Новицкий З.Б. Лесомелиорация входит в комплекс мер, направленных на оздоровление экологической обстановки на осушенном дне Аральского моря // Экологический вестник Узбекистана. 2017. № 4. С. 37–42.

Новицкий З.Б. Методы создания пастбищ на осушенном дне Аральского моря // Agroilm. 2018. № 4(54). С. 33–34.

Indoitu R., Kozhoridze G., Batyrbaeva M., Vitkovskaya I., Orlovsky N., Blumberg D., Orlovsky L. Dust emission and environmental changes in the dried bottom of the Aral Sea // Aeolian Research. 2015. V. 17. V. 101–115.

Thomas D.S.G. Science and the desertication debate // J. Arid. Environ. 1997. V. 37. P. 599–608.

United Nations Convention to Combat Desertification. 1997. https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-01/UNCCD_Convention_ ENG_0.pdf (дата обращения 01.12.2021).

Welt im Wandel. Herausforderungenfür die deutsche Wissenschaft. Berlin, Heidelberg: Springer, 1996. 218 s.

Application of Various Forest Stands Creation Methods on the Dried-Up Bottom of the Aral Sea

N. Zh. Bakirov[1], Z. B. Novitskiy[1, *], and A. K. Khamzaev[1]

[1]*Forestry Research institute, Darkhan settl., Tashkent region, 111104 Uzbekistan*

**E-mail: zinoviy.novitskiy@mail.ru*

The dried-up bottom of the Aral Sea is a global problem at the moment, as millions of tons of salt, dust and sand are being removed from it by winds, covering plants in the region and damaging all life in the Aral Sea region. Methods have been developed for forestry and meliorative reclamation of saline types of bottom sediments by creating sand-accumulating furrows, installing sand-accumulating mechanical protection made of reed, as well as sand-retaining wooden or plastic gratings. The efficiency of the sand-accumulating furrows, cut by a trench-cutter with a paraplough, is the highest, in the next year after planting the seedlings, their integrity reaches 85%, in the furrows without the use of a paraplough – 52%, and in the control area with no sand-collecting furrows at all – only 12%. Therefore, before planting seedlings on saline soils, it is necessary to accumulate sand and moisture and to improve the chemical and granulometric composition of the collected substrate.

Keywords: sand-accumulating furrow, trench-cutter, paraplough, sand-retaining grating, mechanical protection, sand transmission, efficiency, sulphite-alcoholic distillery waste, polyvinyl-acetate emulsion.

Acknowledgements: The study has been carried out within the framework of the Kazakhstan Republic's Innovative Development Ministry's projects KXA-7-026-2015 and KX-A-KX-2018-110.

REFERENCES

Bakirov N.Z., Novitskii Z.B., Khamzaev A.K., Lesnye nasazhdeniya na osushennom dne Aral'skogo morya (Forest plantations on the drained bottom of the Aral sea), *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Lesnoi zhurn.*, 2020, No. 2, pp. 51–59.

Bakirov N.Z., Novitskii Z.B., Khamzaev A.K., Perspektivy vozrozhdeniya osushennogo dna Aral'skogo morya (Prospects for the revival of the drained bottom of the Aral Sea), *Ekologicheskii vestnik Uzbekistana*, 2019, No. 9, pp. 6–7.

Borovkov A.V., Ustemirov K.Z., Tairbergenov Y., Novitskii Z.B., Lesomelioratsiya osushennogo dna Aral'skogo morya (Forest reclamation of the drained bottom of the Aral Sea), *Ekologicheskii vestnik Uzbekistana*, 2016, No. 6, pp. 22–25.

Borovkov A.V., Ustemirov K.Z., Tairbergenov Y., Novitskii Z.B., Lesomelioratsiya osushennogo dna Aral'skogo morya (Reclamation of the drained bottom of the Aral Sea), In: *Sokhranenie lesov i uvelichenie lesistosti territorii respubliki 2007–2014 gg.* (Preservation of forests and increase in forest cover of the territory of the republic in 2007–2014), Proc. of reports, Shchuchinsk: TOO "KazNIILKhA", 2014, pp. 232–239.

Dukhovnyi V.A., Navratila P., Ruzieva I., Stulina G., Roshchenko E., *Kompleksnye distantsionnye i nazemnye issledovaniya osushennogo dna Aral'skogo morya* (Integrated remote sensing and ground-based studies of the drained bottom of the Aral Sea), Tashkent: NITs MKVK, 2008, 175 p.

Indoitu R., Kozhoridze G., Batyrbaeva M., Vitkovskaya I., Orlovsky N., Blumberg D., Orlovsky L., Dust emission and environmental changes in the dried bottom of the Aral Sea, *Aeolian Research*, 2015, Vol. 17, pp. 101–115.

Novitskii Z.B., Adaptatsionnye mery, realizuemye na urovne landshaftov, napravlennye na povyshenie ustoichivosti soobshchestv k izmeneniyu klimata (Landscape-level adaptation measures to increase the resilience of communities to climate change), *Voprosy adaptatsii k izmeneniyu klimata v Karakalpakstane. Informatsionnyi byulleten' UNDP*, 2016, No. 3, pp. 1–4.

Novitskii Z.B., Lesnye nasazhdeniya na osushennom dne Aral'skogo morya (Forest plantations on the drained bottom of the Aral Sea), *Ekologicheskii vestnik Uzbekistana*, 2015, No. 10, pp. 31–36.

Novitskii Z.B., Lesnye nasazhdeniya na zasolennykh pochvakh osushennogo dna Arala (Forest plantations on saline soils of the drained bottom of the Aral Sea), *Ekologicheskii vestnik Uzbekistana*, 2013, No. 8(147), pp. 14–17.

Novitskii Z.B., Lesomelioratsiya vkhodit v kompleks mer, napravlennykh na ozdorovlenie ekologicheskoi obstanovki na osushennom dne Aral'skogo morya (Forest reclamation is part of a set of measures aimed at improving the ecological situation on the drained bottom of the Aral Sea), *Ekologicheskii vestnik Uzbekistana*, 2017, No. 4, pp. 37–42.

Novitskii Z.B., Metody sozdaniya pastbishch na osushennom dne Aral'skogo morya (Methods for creating pastures on the drained bottom of the Aral Sea), *Agroilm*, 2018, No. 4(54), pp. 33–34.

Thomas D.S.G., Science and the desertication debate, *J. Arid. Environ*, 1997, Vol. 37, pp. 599–608.

United Nations Convention to Combat Desertification. 1997, available at: https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-01/UNCCD_Convention_ENG_0.pdf (December 01, 2021).

Welt im Wandel, Herausforderungenfür die deutsche Wissenschaft, Berlin, Heidelberg: Springer, 1996. 218 p.